

Attorney Docket No. 392.1886

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re Patent Application of:

Atsushi WATANABE, et al.

Application No.:

Group Art Unit:

Filed: March 26, 2004

Examiner:

For: FLEXURE CORRECTION APPARATUS AND METHOD FOR ROBOT

**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIOR FOREIGN  
APPLICATION IN ACCORDANCE  
WITH THE REQUIREMENTS OF 37 C.F.R. § 1.55**

Commissioner for Patents  
PO Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

In accordance with the provisions of 37 C.F.R. § 1.55, the applicant(s) submit(s) herewith a certified copy of the following foreign application:

Japanese Patent Application No(s). 2003-096574

Filed: March 31, 2003

It is respectfully requested that the applicant(s) be given the benefit of the foreign filing date(s) as evidenced by the certified papers attached hereto, in accordance with the requirements of 35 U.S.C. § 119.

Respectfully submitted,

STAAS & HALSEY LLP

Date: March 26, 2004

By: \_\_\_\_\_

H. J. Staas  
Registration No. 22,010

1201 New York Ave, N.W., Suite 700  
Washington, D.C. 20005  
Telephone: (202) 434-1500  
Facsimile: (202) 434-1501

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて  
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed  
with this Office.

出願年月日      2003年  3月31日  
Date of Application:

出願番号      特願2003-096574  
Application Number:

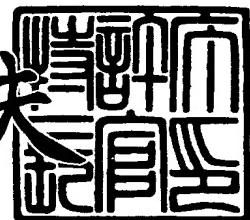
[ST. 10/C] :      [JP2003-096574]

出願人      ファナック株式会社  
Applicant(s):

2004年  2月12日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 21717P

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 B25J 9/10

【発明者】

【住所又は居所】 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3580 番地 ファ  
ナック株式会社 内

【氏名】 渡邊 淳

【発明者】

【住所又は居所】 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3580 番地 ファ  
ナック株式会社 内

【氏名】 伊藤 孝幸

【発明者】

【住所又は居所】 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3580 番地 ファ  
ナック株式会社 内

【氏名】 小坂 哲也

【発明者】

【住所又は居所】 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3580 番地 ファ  
ナック株式会社 内

【氏名】 滝澤 克俊

【特許出願人】

【識別番号】 390008235

【氏名又は名称】 フアナック株式会社

【代理人】

【識別番号】 100082304

【弁理士】

【氏名又は名称】 竹本 松司

【電話番号】 03-3502-2578

**【選任した代理人】****【識別番号】** 100088351**【弁理士】****【氏名又は名称】** 杉山 秀雄**【選任した代理人】****【識別番号】** 100093425**【弁理士】****【氏名又は名称】** 湯田 浩一**【選任した代理人】****【識別番号】** 100102495**【弁理士】****【氏名又は名称】** 魚住 高博**【手数料の表示】****【予納台帳番号】** 015473**【納付金額】** 21,000円**【提出物件の目録】****【物件名】** 明細書 1**【物件名】** 図面 1**【物件名】** 要約書 1**【包括委任状番号】** 9306857**【プルーフの要否】** 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ロボットのたわみ補正装置及びたわみ補正方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ロボットのたわみを補正し、アーム先端の位置及び／又は姿勢のずれを補正するたわみ補正装置であって、

ロボット動作領域内の複数の位置において、重量及び／又は重心位置の異なる複数の荷重条件下で測定されたアーム先端の位置及び／又は姿勢ずれのたわみ量を記憶したたわみ量データ記憶手段と、

該複数のたわみ量データから使用するたわみ量データを指定する指定手段と、

ロボットの動作プログラムの各教示点位置におけるたわみ量を、前記指定されたたわみ量データを用いて求めるたわみ量算出手段と、

動作プログラムの各教示点位置を前記算出されたたわみ量分補正して変更する位置変更手段を備えたロボットのたわみ補正装置。

【請求項 2】 ロボットのたわみを補正し、アーム先端の位置及び／又は姿勢のずれを補正するたわみ補正装置であって、

ロボット動作領域内の複数の位置において、重量及び／又は重心位置の異なる複数の荷重条件下で測定されたアーム先端の位置及び／又は姿勢ずれのたわみ量を記憶したたわみ量データ記憶手段と、

該複数のたわみ量データから使用するたわみ量データを指定する指定手段と、

ロボットの動作プログラムを再生し、教示点位置及び補間点位置におけるたわみ量を、前記指定されたたわみ量データを用いて求めるたわみ量算出手段と、

教示点位置及び補間点位置に前記算出されたたわみ量を補正する位置変更手段を備えたことを特徴とするロボットのたわみ補正装置。

【請求項 3】 オフライン・プログラミング装置で構成された請求項 1 又は請求項 2 に記載のたわみ補正装置。

【請求項 4】 ロボット制御装置で構成された請求項 1 又は請求項 2 に記載のたわみ補正装置。

【請求項 5】 オフライン・プログラミング装置又はロボット制御装置を用いてロボットのたわみを補正し、アーム先端の位置及び／又は姿勢のずれを補正

するたわみ補正方法であって、

重量及び／又は重心位置の異なる複数の荷重条件毎に、ロボット動作領域内の複数の位置においてアーム先端の位置及び／又は姿勢ずれのたわみ量を予め測定してたわみ量データとして記憶手段に記憶しておき、

前記記憶手段に記憶された複数のたわみ量データから使用するツールの重心及び又は重心位置に基づいて対応するたわみ量データを選択指定してオンライン・プログラミング装置又はロボット制御装置に入力し、オンライン・プログラミング装置又はロボット制御装置により、ロボットの動作プログラムの各教示点位置におけるたわみ量を、前記指定されたたわみ量データを用いて算出し、各教示点に対して求めたたわみ量を補正して教示点の位置及び／又は姿勢を変更するようにしたロボットのたわみ補正方法。

**【請求項 6】** ロボット制御装置を用いてロボットのたわみを補正し、アーム先端の位置及び／又は姿勢のずれを補正するたわみ補正方法であって、

重量及び／又は重心位置の異なる複数の荷重条件毎に、ロボット動作領域内の複数の位置においてアーム先端の位置及び／又は姿勢ずれのたわみ量を予め測定してたわみ量データとして記憶手段に記憶しておき、

前記記憶手段に記憶された複数のたわみ量データから使用するツールの重心及び又は重心位置に基づいて対応するたわみ量データを選択指定してロボット制御装置に入力し、ロボット制御装置がロボットの動作プログラム再生するとき、教示点位置及び補間点位置におけるたわみ量を、前記指定されたたわみ量データを用いて求め、教示点位置及び補間点位置に前記求めたたわみ量を補正して教示点位置及び補間点位置として出力するようにしたロボットのたわみ補正方法。

#### **【発明の詳細な説明】**

##### **【0001】**

##### **【発明の属する技術分野】**

本発明は、ロボットのたわみから生じる動作プログラムの動作位置ずれを修正するものに関する。

##### **【0002】**

##### **【従来の技術】**

産業用ロボットは、ロボット機構部の先端の手首に各種ツールを取り付けて各種作業を行わせるものであるが、ロボット機構部を構成する関節の剛性やアームが弾性変形してたわみ、その先端手首の位置姿勢が変化する。しかも、ロボット機構部には、任意の位置姿勢が指令され、その位置姿勢に移動する。この位置姿勢によってロボット機構部のたわみ量、たわみ方向が異なる。実際のロボットを動作させて動作位置を教示する方法では、このたわみ量をも包含して位置が教示されることになるから、問題は少ないが、オフライン・プログラミング装置で作成されたロボット動作プログラムにおいては、プログラムで指令された教示点位置にロボットを移動させたとしても、このたわみ量の影響で目的とする位置にロボットを位置決めできない場合が生じる。その結果ロボットによる作業に誤差が生じる。

### 【0003】

そこで、関節の剛性やアームの弾性変形などをモデル化し、モデルのパラメータを同定し、ロボット動作時は、手先の荷重や目標姿勢からたわみ量を求め、このたわみ量を打ち消すように制御する方法が知られている（特許文献1、特許文献2参照）。

また、ロボットの動作範囲内を固定長の幅で格子状に離散化し各格子点座標における各関節角度補正量を事前に測定して代表点角度補正量データテーブルとして記憶しておく、アーム目標位置姿勢に対して、そのアーム目標位置近傍の点8個の格子点に対応した関節角度補正量データから、補間演算して、アーム目標位置姿勢に対する角度補正量を求め、関節角度の目標値を補正する方法も公知である（特許文献3参照）。

### 【0004】

#### 【特許文献1】

特開2002-307344号公報

#### 【特許文献2】

特開平7-276273号公報

#### 【特許文献3】

特開2002-219674号公報

### 【0005】

#### 【発明が解決しようとする課題】

ロボットアーム等のたわみによるロボット先端位置のずれを補正する方法において、上述した特許文献1，2に示されたような、モデル化による方法では、モデル化の誤差、パラメータ同定の誤差で補正精度が低下するという問題点がある。又、特許文献3に示された方法では、モデル化の誤差はない。しかし、各軸の角度補正量は、個々のロボット固体機構部の誤差（アーム長さや、取り付け角度、関節部の誤差など）の影響を受けるため、個々のロボットごとに固有のデータとなる。

### 【0006】

又、上述した両方法ともたわみ補正を行うロボット1台ごとに、精密な3次元測定器を用い、モデル同定や角度補正量の測定を行うことが必要である。さらに、たわみ量はロボット手先に装着する作業ツールの荷重条件（重量、重心位置）によっても変化する。そのため、自動車のスポット溶接ラインのように、多数のロボット、複数のツールを使用する場合、実際の生産現場で3次元測定器による測定を行うことは困難である。このため、実際の生産現場でのたわみ補正に適した方法がなく、依然、手作業での教示点位置修正が中心となっている。この手作業で教示点位置を修正する作業は、教示点位置が多い場合、手間のかかる作業となり、全体的作業効率の低下を招く。

そこで、本発明は、簡単に且つ自動的に教示点位置に対してたわみ量補正ができるたわみ量補正装置及びたわみ補正方法を提供することを目的とするものである。

### 【0007】

#### 【課題を解決するための手段】

本願請求項1に係わる発明は、ロボットのたわみを補正し、アーム先端の位置及び／又は姿勢のずれを補正するたわみ補正装置に関するものである。該たわみ補正装置は、ロボット動作領域内の複数の位置において、重量及び／又は重心位置の異なる複数の荷重条件下で測定されたアーム先端の位置及び／又は姿勢ずれのたわみ量を記憶したたわみ量データ記憶手段と、該複数のたわみ量データから

使用するたわみ量データを指定する指定手段と、ロボットの動作プログラムの各教示点位置におけるたわみ量を、前記指定されたたわみ量データを用いて求めるたわみ量算出手段と、動作プログラムの各教示点位置を前記算出されたたわみ量分補正して変更する位置変更手段を備えるもので、動作プログラムの各教示点位置におけるたわみ量を補正してたわみによる教示点のずれをなくすようにしたるものである。

### 【0008】

又、請求項2に係わる発明は、ロボットのたわみを補正し、アーム先端の位置及び／又は姿勢のずれを補正するたわみ補正装置であって、ロボット動作領域内の複数の位置において、重量及び／又は重心位置の異なる複数の荷重条件下で測定されたアーム先端の位置及び／又は姿勢ずれのたわみ量を記憶したたわみ量データ記憶手段と、該複数のたわみ量データから使用するたわみ量データを指定する指定手段と、ロボットの動作プログラムを再生し、教示点位置及び補間点位置におけるたわみ量を、前記指定されたたわみ量データを用いて求めるたわみ量算出手段と、教示点位置及び補間点位置に前記算出されたたわみ量を補正する位置変更手段を備えるもので、補間点位置もたわみ量による補正をしたものである。又、請求項3、4に係わる発明は、上述した各たわみ補正装置はオフライン・プログラミング装置又は、ロボット制御装置で構成されているものとした。

さらに請求項5に係わる発明は、オフライン・プログラミング装置又はロボット制御装置を用いてロボットのたわみを補正し、アーム先端の位置及び／又は姿勢のずれを補正するたわみ補正方法であって、重量及び／又は重心位置の異なる複数の荷重条件毎に、ロボット動作領域内の複数の位置においてアーム先端の位置及び／又は姿勢ずれのたわみ量を予め測定してたわみ量データとして記憶手段に記憶しておく、前記記憶手段に記憶された複数のたわみ量データから使用するツールの重心及び又は重心位置に基づいて対応するたわみ量データを選択指定してオフライン・プログラミング装置又はロボット制御装置に入力し、オフライン・プログラミング装置又はロボット制御装置により、ロボットの動作プログラムの各教示点位置におけるたわみ量を、前記指定されたたわみ量データを用いて算出し、各教示点に対して求めたたわみ量を補正して教示点の位置及び／又は姿勢

を変更するようにしたものである。

又、請求項6に係わる発明は、ロボット制御装置を用いてロボットのたわみを補正し、アーム先端の位置及び／又は姿勢のずれを補正するたわみ補正方法であって、重量及び／又は重心位置の異なる複数の荷重条件毎に、ロボット動作領域内の複数の位置においてアーム先端の位置及び／又は姿勢ずれのたわみ量を予め測定してたわみ量データとして記憶手段に記憶しておく、前記記憶手段に記憶された複数のたわみ量データから使用するツールの重心及び又は重心位置に基づいて対応するたわみ量データを選択指定してロボット制御装置に入力し、ロボット制御装置がロボットの動作プログラム再生するとき、教示点位置及び補間点位置におけるたわみ量を、前記指定されたたわみ量データを用いて求め、教示点位置及び補間点位置に前記求めたたわみ量を補正して教示点位置及び補間点位置として出力するようにしたものである。

### 【0009】

#### 【発明の実施の形態】

本発明は、ロボットの機種（アーム長などの機構的パラメータが同じ）毎に、ロボットアーム先端手首の位置姿勢のずれを表すたわみ量を測定し、補正するためのたわみ量データを得る。このたわみ量データは、ロボットの動作領域を格子状に細分化し、各格子点における所定変化量毎のロボット手首姿勢に対するたわみ量を直交座標系X-Y-Zにおけるたわみ量（ $T_{xi}$ ,  $T_{yi}$ ,  $T_{zi}$ ）と手首姿勢のたわみ量（ $T_{wi}$ ,  $T_{pi}$ ,  $T_{ri}$ ）を測定するものである。しかも、ロボット機構部先端手首に重量及び重心位置が異なる複数種類の荷重を取り付けてロボット先端位置のずれ量をたわみ量として測定し、たわみ量データを得るものである。なお、ロボットの機種に対してそのロボットの機構部先端手首に取り付けられる作業ツールの種類が予め予想されている場合には、その予想される作業ツールを手首に取り付けたたわみ量を測定するようにしてもよい。

### 【0010】

このたわみ量の測定は、各格子点位置及びその位置での複数の手首姿勢を指令してロボットを位置決めして、3次元測定器により、ロボットアーム先端部のツールセンタポイントの3次元位置と、そのときの手首姿勢を測定し、ロボットに

指令した位置と姿勢との差を求め、この差をたわみ量 ( $T_{xi}$ ,  $T_{yi}$ ,  $T_{zi}$ ,  $T_{wi}$ ,  $T_{pi}$ ,  $T_{ri}$ ) として求める。しかも、この作業を重量、重心位置の異なる複数種類の荷重をロボット手首フランジに取り付けてそれぞれ求めるものである。同一機種の複数台のロボットについてたわみ量を測定し、その平均値をその機種のたわみ量としてもよい。

### 【0011】

図4は、記憶媒体に記憶するこのたわみ量データの説明図である。

この図4に示されるように、ツール重量  $W_1 \sim W_n$  毎、且つ、ツール重心 ( $X_1$ ,  $Y_1$ ,  $Z_1$ ) …毎に、ロボット位置 ( $x$ ,  $y$ ,  $z$ ) の複数の姿勢 ( $w$ ,  $p$ ,  $r$ ) 每にたわみ量 ( $T_x$ ,  $T_y$ ,  $T_z$ ,  $T_w$ ,  $T_p$ ,  $T_r$ ) が測定され記憶される。このたわみ量データの作成は、ロボット機種に対して1度行えばよい。ロボットメーカーなどが、ロボットの機種毎に、図4に示したような、荷重毎、重心位置毎、ロボットの位置姿勢毎にこのたわみ量を事前に測定し、たわみ量データとして、フレキシブルディスクや、コンパクトディスク等の記憶媒体に記憶し、ロボットと共に出荷し、ユーザは使用する作業ツールに対応してこの記憶されたたわみ量データを選択して使用するものである。

### 【0012】

このたわみ量データは、オフライン・プログラミング装置で作成されたロボットの動作プログラムに対して、その動作プログラムをロボットに適用しようとするとき、オフライン・プログラミング装置、又はロボット制御装置を利用して、この動作プログラムの教示点位置（姿勢も含む）さらには補間位置のたわみ量補正を自動的に行うようとする。

### 【0013】

図1は、このたわみ量補正方法を実行するたわみ補正装置（オフライン・プログラミング装置又は、ロボット制御装置）の機能ブロック図である。

まず、たわみ量データ  $1-1 \sim 1-m$  の中から、使用するロボットの機種に対応し、使用する作業ツールの重量及び重心位置に一番近い荷重の重量と重心位置のたわみ量データファイルをたわみ量データ指定手段3で選択指定する。又、使用する動作プログラム  $2-1 \sim 2-n$  の中から、動作プログラム指定手段4で選択指定す

る。たわみ量算出手段 5 は、こうして指定されたたわみ量データに基づいて指定した動作プログラムの各教示点位置（姿勢も含む）におけるたわみ量を算出する。

#### 【0014】

このたわみ量データに基づいて各教示点位置のたわみ量を算出する方法は、種々の方法が想定される。例えば、動作プログラムで指令された教示点位置姿勢を（xa, ya, za, wa, pa, ra）とすると、たわみ量データの中からこの教示点位置（xa, ya, za）に一番近い位置（x, y, z）を選択する。そして、該位置における複数の姿勢の中から教示点の姿勢（wa, pa, ra）に一番近い姿勢（w, p, r）を選択する。この選択された位置姿勢（x, y, z, w, p, r）に対応して記憶されているたわみ量（Tx, Ty, Tz, Tw, Tp, Tr）を当該教示点位置におけるたわみ量として算出する。

#### 【0015】

又、他の方法として、補間処理によって、教示点位置におけるたわみ量を算出してもよい。例えば、教示点位置（xa, ya, za）に近い 2 つの位置（xi, yi, zi），（xj, yj, zj）をたわみ量データから選択し、かつ、この選択した 2 つの位置の中から、教示点の姿勢（wa, pa, ra）に一番近いものを選択し、この位置姿勢に対して記憶されているたわみ量（Tx<sub>i</sub>, Ty<sub>i</sub>, Tz<sub>i</sub>, Tw<sub>i</sub>, Tp<sub>i</sub>, Tr<sub>i</sub>），（Tx<sub>j</sub>, Ty<sub>j</sub>, Tz<sub>j</sub>, Tw<sub>j</sub>, Tp<sub>j</sub>, Tr<sub>j</sub>）を求め、この 2 つのたわみ量の平均値をこの教示点位置のたわみ量として求める。

$$\text{教示点位置のたわみ量} = [(Tx_i + Tx_j)/2, (Ty_i + Ty_j)/2, (Tz_i + Tz_j)/2, (Tw_i + Tw_j)/2, (Tp_i + Tp_j)/2, (Tr_i + Tr_j)/2]$$

さらには、計算が複雑にはなるが、教示点位置が囲まれる 8 つの格子点位置におけるたわみ量から補間処理して求めてもよい。たわみ量データは、ロボット動作領域空間を格子状に区切り各格子点でのたわみ量を記憶するものであるから、教示点位置（xa, ya, za）は、8 つの格子点に囲まれることになる。この 8 つの格子点位置における教示点姿勢（wa, pa, ra）に一番近いものを選択し、この 8 つの位置及び姿勢に対応して記憶されているたわみ量より補間処理して教示点位置におけるたわみ量（Tx, Ty, Tz, Tw, Tp, Tr）を求めるように

してもよい。

#### 【0016】

次に、位置変更手段6によって、求めたたわみ量と大きさが等しく、方向が逆向きの補正量を教示点に加算し、動作プログラムの教示点位置データを修正する。動作プログラム中のすべての教示点について行われ、たわみ分を補正した動作プログラムが出力される。

#### 【0017】

図2は、本発明のたわみ補正方法を実施するたわみ補正装置を構成する一実施形態としてのオフライン・プログラミング装置の要部ブロック図である。プロセッサ(CPU)11には、バス18を介して、ROM12, RAM13, 不揮発性RAM14, ディスクドライバ15, 表示器／MDI16, 通信インターフェース17が接続されている。

#### 【0018】

プロセッサ11はROM12に記憶されたシステムプログラムに基づいてこの装置全体を制御する。又、RAM13はデータの一時記憶等に利用される。不揮発性RAM14には、このオフライン・プログラミング装置で作成されたロボット動作プログラム等を記憶する。ディスクドライバ15は、前述したようにロボット機械メーカー等がロボットの機種に対応して、ツール重力、重心位置が異なる荷重によって測定したたわみ量データを記憶するフレキシブルディスク19からたわみ量データを読み出す。

#### 【0019】

表示器／MDI16は、CRT又は液晶等のディスプレイを備え、キーボード、マウス等のデータ入力、各種指令を与える手動データ入力手段を備える。又、通信インターフェース17は、イーサネット(登録商標)等の通信回線を介してロボット制御装置と接続される。

#### 【0020】

なお、この実施形態では、たわみ量データは、その記憶媒体としてフレキシブルディスク19に格納されているものとしているが、コンパクトディスク等の他の記憶媒体にこのたわみ量データを格納してもよく、コンパクトディスクを用い

た場合にはディスクドライバ15は、該コンパクトディスクからたわみ量データを読み出すCDドライバで構成されることになる。

### 【0021】

図3は、この実施形態において、ロボットの動作プログラムの各教示点位置のたわみ量補正を行う、たわみ補正処理のフローチャートである。

まず、前述したように、使用するロボットの機種に対応してたわみ量データが記憶されているフレキシブルディスク19をディスクドライバ15に装着し、表示器／MDI16を操作して、フレキシブルディスク19に記憶されているたわみ量データの中から、この使用するロボットに取り付ける作業ツールの重量とその重心位置が一番近い荷重のたわみ量データを選択指定する。そして、不揮発性RAM14に記憶する動作プログラムの中から、たわみ量を補正してロボットを動作させる動作プログラムを選択指定し、たわみ量補正指令を入力するとプロセッサ11は図3の処理を開始する。

### 【0022】

まず、指定された動作プログラムを読み込み（ステップ100）、指標iを「1」にセットし（ステップ101）、該指標で示されるi番目の教示点P<sub>i</sub>（x<sub>i</sub>, y<sub>i</sub>, z<sub>i</sub>）を読み込む（ステップ102）。指定したたわみ量データの中で、この教示点位置に一番近い格子点位置Q0を求める（ステップ103）。すなわち、 $x_k \leq x_i < x_{(k+1)}$ 、 $y_k \leq y_i < y_{(k+1)}$ 、 $z_k \leq z_i < z_{(k+1)}$ を満足する8つの格子点を求め、この格子点位置と教示点P<sub>i</sub>位置の間の距離が最小の格子点位置Q0（x<sub>0</sub>, y<sub>0</sub>, z<sub>0</sub>）を求める。

### 【0023】

次に、教示点P<sub>i</sub>のロボット手首姿勢（w, p, r）と求めた格子点位置Q0に対応して記憶されている手首指令の中で一番姿勢が近いものを求める。すなわち、教示点P<sub>i</sub>のロボット手首姿勢（w, p, r）の基準位置からの傾き角θ<sub>p</sub>を求め（ステップ104）、選択した格子点位置Q0の各手首姿勢（w, p, r）の基準位置からの傾き角θ<sub>ql</sub>～θ<sub>qn</sub>を求め（ステップ105）、教示点P<sub>i</sub>の傾き角θに一番近い傾き角の手首姿勢（w<sub>0</sub>, p<sub>0</sub>, r<sub>0</sub>）を選択する（ステップ106）。こうして求めた格子点位置、姿勢（x<sub>0</sub>, y<sub>0</sub>, z<sub>0</sub>, w<sub>0</sub>, p<sub>0</sub>, r<sub>0</sub>）

に対応するたわみ量 ( $T_{xk}$ ,  $T_{yk}$ ,  $T_{zk}$ ,  $T_{wk}$ ,  $T_{pk}$ ,  $T_{rk}$ ) をたわみ量データから求める（ステップ107）。

#### 【0024】

求めたたわみ量 ( $T_{xk}$ ,  $T_{yk}$ ,  $T_{zk}$ ,  $T_{wk}$ ,  $T_{pk}$ ,  $T_{rk}$ ) と大きさが等しく方向が逆向きの補正量を教示点位置  $P_i$  ( $x_i$ ,  $y_i$ ,  $z_i$ ,  $w_i$ ,  $p_i$ ,  $r_i$ ) にそれぞれ加算し、補正された教示点として動作プログラムの教示点を書き替える（ステップ108）。そして、指標  $i$  を1インクリメントし（ステップ109）、次のプログラムを読み、教示点が修了してなければ（ステップ110）、ステップ102に戻りこの指標  $i$  に示される教示点に対してステップ102以下の処理を行い、たわみ量の補正を行い教示点を書き替える。以下全ての教示点についてたわみ補正を行い教示点が書き替えられたときこの処理を修了する。

#### 【0025】

上述した実施形態では、オフライン・プログラミング装置にたわみ補正機能を付加してたわみ補正装置を構成したが、ロボット制御装置にこのたわみ補正機能を追加してロボット制御装置自体がたわみ補正装置を構成するようにしてもよい。

#### 【0026】

ロボット制御装置でたわみ補正装置を構成する場合、上述したオフライン・プログラミング装置で実施したときと同じように、使用するロボット機種と使用するツールの重量、その重心位置に対応するたわみ量データを選択指定し、ロボットが実行しようとする動作プログラムに対して、該動作プログラムを実行する前に、図3に示す処理をロボット制御装置が実行することによって、教示点がたわみ量補正されたロボット動作プログラムを得て、この動作プログラムを実行するようすればよい。

#### 【0027】

又は、ロボットが動作プログラムを実行する際に、たわみ量補正処理をも同時に実行しながらプログラムを実行するようにしてもよい。すなわち、動作プログラムから次の教示点が読み込まれると、上述した処理を行い該教示点位置に対してたわみ量を求めこのたわみ量を補正して補正された教示点位置を求め、この補

正教示点位置へロボットを駆動すべく補間処理してロボット各軸を駆動するよう  
にすればよい。

### 【0028】

さらには、補間処理して得られた位置（姿勢をも含む）に対してたわみ量を補正してもよい。動作プログラムより教示点が読み込まれると、該教示点位置までの補間処理によって得られた補間位置に対して上述した処理と同様のたわみ量補正を行い、補正された補間点位置に基づいて移動指令をロボット各軸に出力する。以下補間点位置毎にこの処理を行う。そして教示点に対しては教示点位置に対してたわみ量を求めこのたわみ量を補正してその位置への移動を実行する。補間位置を求める補間処理では補正前の教示点位置に基づいて実行され、求められた補間位置に対してたわみ補正がなされて、該位置に基づいて移動指令が出力されるものとなる。

### 【0029】

なお、上述した実施形態では、たわみ量データは、ロボットの機種毎に、作業ツールに対応する荷重の重量、その重心位置毎にたわみ量を測定して記憶し、たわみ量データを記憶媒体に記憶し、使用するロボット機種に対応し、且つ、使用するツールの重量、重心位置に一番近い、荷重の重量、重心位置のたわみ量データを選択するようにしたが、予め使用する作業ツールが決まっているような場合には、その作業ツールを用いてたわみ量データを作成しておき、使用時には、この作業ツールのたわみ量データを使用するようにしてもよい。

### 【0030】

#### 【発明の効果】

本発明においては、たわみ量データをロボットメーカー等が一括して1度作成しておけばよく、ロボットを使用する現場では、ロボット機種に対する使用するツールの重量、重心位置に同一又は近い重量、重心位置のたわみ量データを選択指定するだけで、ロボット動作プログラムの各教示点位置を自動的に補正することができるから、オフライン・プログラミング装置で作成した動作プログラムの修正が極めて容易に実施できるものである。

#### 【図面の簡単な説明】

**【図 1】**

本発明のたわみ量補正方法を実行するたわみ補正装置の機能ブロック図である。

**【図 2】**

本発明のたわみ補正方法を実施するたわみ補正装置の一実施形態であるオフライン・プログラミング装置の要部ブロック図である。

**【図 3】**

同実施形態におけるたわみ補正の処理フローチャートである。

**【図 4】**

同実施形態に用いるたわみ量データの説明図である。

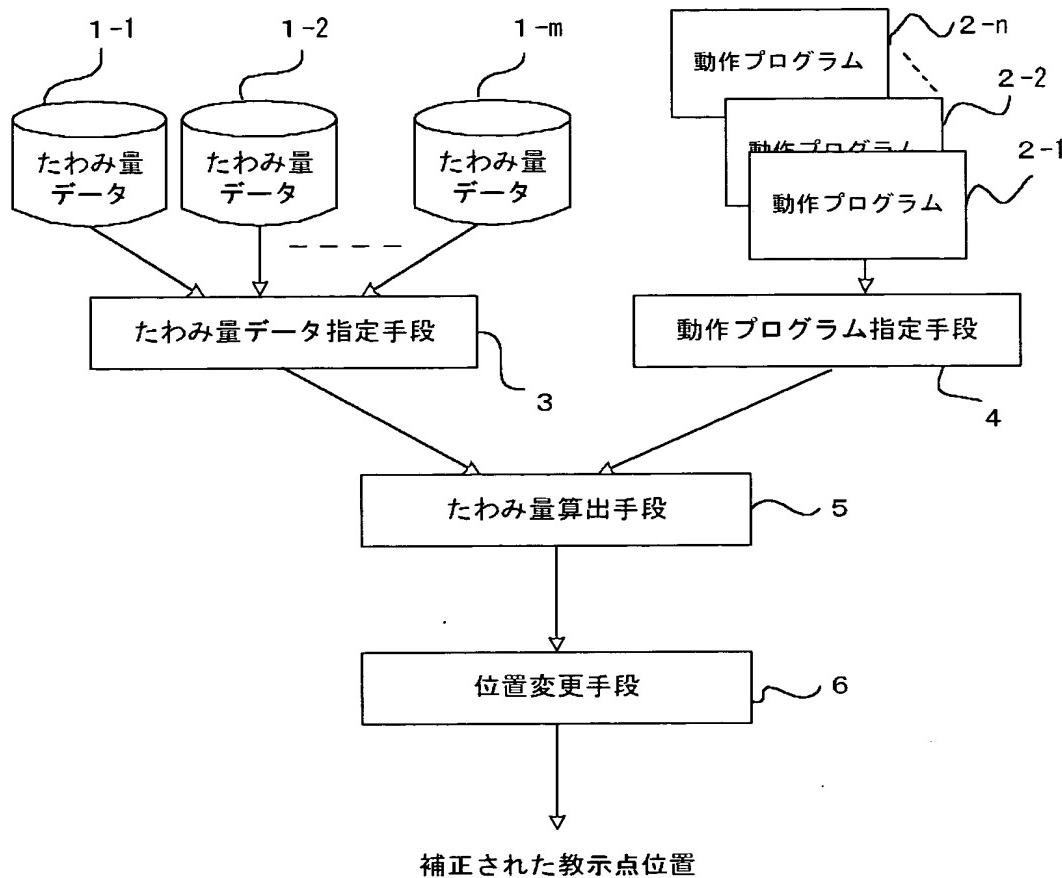
**【符号の説明】**

- 1 -1～1-m たわみ量データ
- 2 -1～2-n 動作プログラム
- 3 たわみ量データ指定手段
- 4 動作プログラム指定手段
- 5 たわみ量算出手段
- 6 位置変更手段

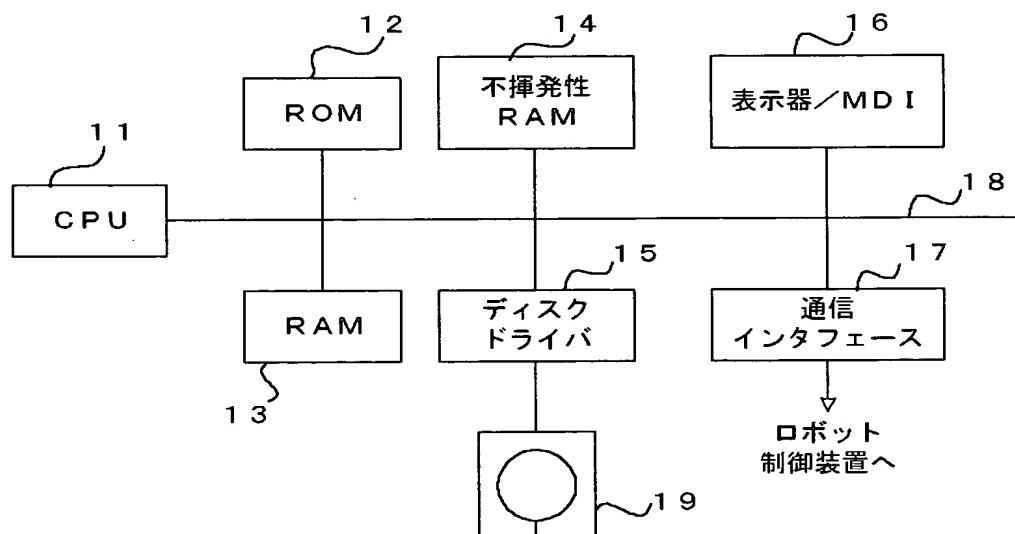
【書類名】

図面

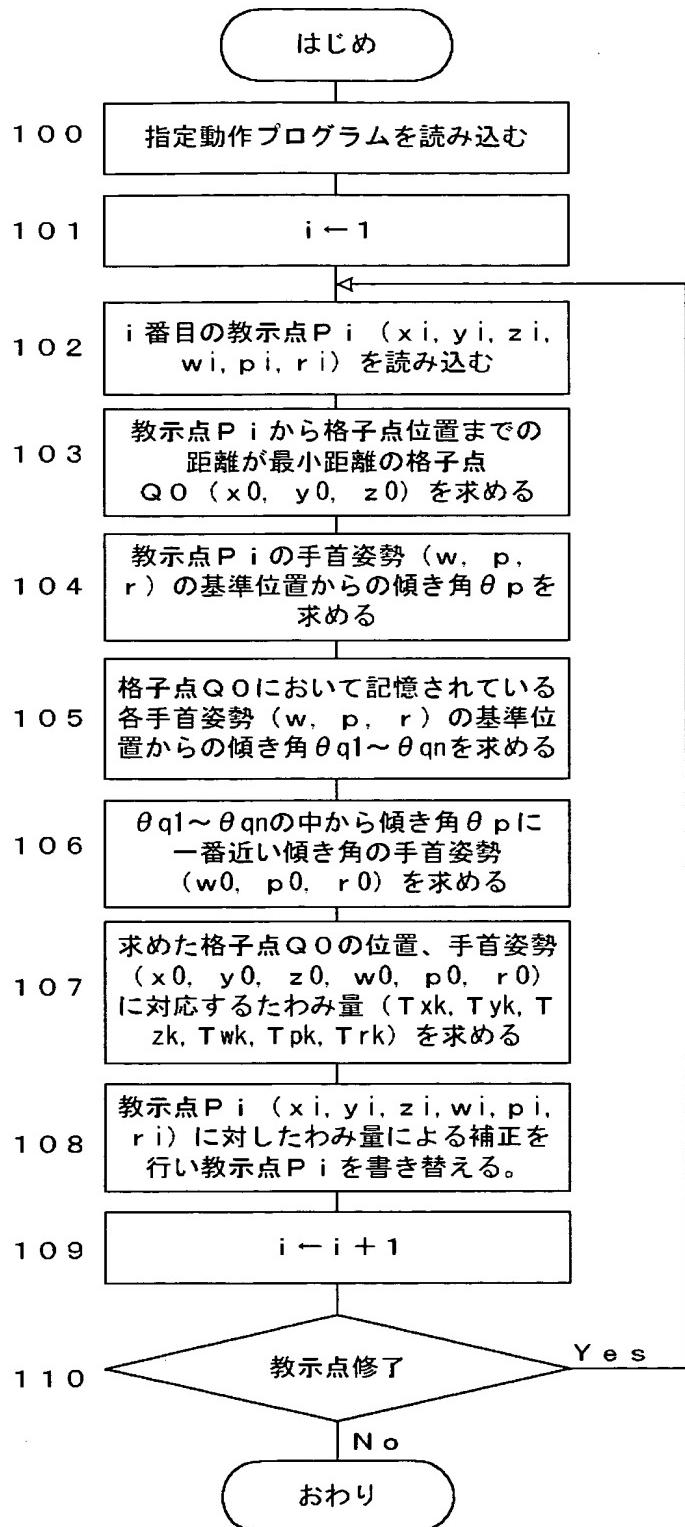
【図 1】



【図 2】



【図3】



## 【図4】

1 ツール重量W1, 重心位置(X1, Y1, Z1)

位置	姿勢	たわみ量
(x1, y1, z1)	(w1, p1, r1) (w2, p2, r2)	(Tx11, Ty11, Tz11, Tw11, Tp11, Tr11) (Tx12, Ty12, Tz12, Tw12, Tp12, Tr12)
(x2, y2, z2)	(w1, p1, r1) (w2, p2, r2)	(Tx21, Ty21, Tz21, Tw21, Tp21, Tr21) (Tx22, Ty22, Tz22, Tw22, Tp22, Tr22)
(xn, yn, zn)	(w1, p1, r1) (w2, p2, r2)	(Txn1, Tyn1, Tzn1, Twn1, Tpn1, Trn1) (Txn2, Tyn2, Tzn2, Twn2, Tpn2, Trn2)

2 ツール重量W1, 重心位置(X2, Y2, Z2)

位置	姿勢	たわみ量

k ツール重量W2, 重心位置(X1, Y1, Z1)

位置	姿勢	たわみ量

m ツール重量Wn, 重心位置(X1, Y1, Z1)

位置	姿勢	たわみ量

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 自動的に教示点に対してたわみ量の補正ができるようとする。

【解決手段】 ロボット機種毎、重量、重心位置の異なる荷重毎に、ロボット先端ずれを表すたわみ量を、ロボット動作領域内の複数位置毎に測定し、たわみ量データとして記憶する。ロボット使用時には、ロボットの機種に対応し、使用ツールの重量、重心位置が近いたわみ量データ 1-1～1-mを指定手段 3 で指定する。プログラム 2-1～2-nを動作プログラム指定手段 4 で指定する。たわみ量算出手段 5 でプログラムの各教示点でのたわみ量をたわみ量データから算出する。位置変更手段 6 で、求めたたわみ量に基づいてそれぞれの教示点位置を補正し、補正プログラムを得る。たわみ量データはロボットメーカー等が1度作成しておけばよい。ユーザーは使用するツールの重量、偏心位置に合わせてたわみ量データを指定するだけで、自動的にたわみ量が補正されたプログラムを得ることができる。

【選択図】 図 1

**認定・付加情報**

特許出願の番号	特願 2003-096574
受付番号	50300535211
書類名	特許願
担当官	第三担当上席 0092
作成日	平成15年 4月 1日

**<認定情報・付加情報>**

【提出日】	平成15年 3月31日
-------	-------------

次頁無

出証特 2004-3008869

特願 2003-096574

出願人履歴情報

識別番号 [390008235]

1. 変更年月日 1990年10月24日

[変更理由] 新規登録

住所 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地  
氏名 ファナック株式会社